

МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

METHODS AND TOOLS OF STRATEGIC MANAGEMENT ORGANIZATION

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ
JEL: C6;7
УДК 519.876.2

ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ И ИГРОВЫЕ ЗАДАЧИ И МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЯМИ



Зимин Алексей Валерьевич

кандидат технических наук, директор Центра цифровых компетенций, доцент кафедры автоматизации и информационных систем Сибирского государственного индустриального университета, Россия, Новокузнецк, zimin.0169@yandex.ru

Резюме. Одним из важных критических факторов, определяющих длительность начальной (опытно-промышленной) эксплуатации ИТ-сервисов, является качество подготовки пользователей к совместной работе в системе управления предприятием. Очевидно, что длительность и соответствующие потери от инцидентов, вызванных неквалифицированными действиями пользователей, могут быть существенно уменьшены за счет повышения уровня их компетенций. В статье исследуются оптимизационные (скалярные и векторные), а также игровые задачи унифицированного и персонифицированного управления компетенциями ИТ-персонала. Сформулирована и разработана итеративная процедура решения обобщенной двойственной задачи сетевого программирования, порождаемой прямой задачей персонифицированного управления компетенциями.

Ключевые слова: ИТ-пользователь, управление компетенциями, программа обучения, скалярная и двухкритериальная оптимизация, прямая и обратная задача управления, механизм комплексного оценивания, обобщенная двойственная задача, игровая задача управления

Благодарности: статья подготовлена на основе ранее опубликованных работ и материалов диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук: «Развитие теоретических основ и методов конкурентного управления жизненным циклом сервисов ИТ-провайдера» (2021 г.) по приглашению редакции журнала, с разрешения автора.

Для цитирования: Зимин А. В. Оптимизационные и игровые задачи и механизмы управления компетенциями // Управление современной организацией: опыт, проблемы и перспективы. 2021. № 14. С. 25–31.

OPTIMIZATION AND GAME TASKS AND COMPETENCY MANAGEMENT MECHANISMS

Alexey V. Zimin

Candidate of Technical Sciences, Director of the Center for Digital Competencies, Associate Professor of the Department of Automation and Information Systems, Siberian State Industrial University, Russia, Novokuznetsk, zimin.0169@yandex.ru

Abstract. One of the important critical factors that determine the duration of the initial (pilot) operation of IT services is the quality of user preparation for joint work in the enterprise management system. Obviously, the duration and corresponding losses from incidents caused by unqualified actions of users can be significantly reduced by increasing the level of their competencies. The article examines optimization (scalar and vector), as well as game tasks of unified and personalized competence management of IT personnel. An iterative procedure for solving the generalized dual problem of network programming generated by the direct problem of personalized competence management has been formulated and developed.

Keywords: IT user, competency management, training program, scalar and two-criteria optimization, direct and inverse control problems, complex assessment mechanism, generalized dual problem, game control problem

Acknowledgements: the article is published on the basis of previously published works and on the materials of the dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences: “Development of theoretical foundations and methods of competitive management of the life cycle of IT provider services” (2021) at the invitation of the editorial board of the journal, with the permission of the author.

For citation: Zimin A. V. Optimization and Game Tasks and Competency Management Mechanisms. *Upravlenie sovremennoj organizaciej: opyt, problemy i perspektivy* = *Management of the Modern Organization: Experience, Problems and Perspectives*. 2021;13:25–31. (In Russ.).

Введение. Важнейшим критическим фактором успеха конкурентоспособности ИТ-провайдера является компетентность ИТ-персонала всех стадий жизненного цикла сервиса. В частности, одним из факторов, определяющих длительность начальной (опытно-промышленной) эксплуатации ERP-системы, является качество подготовки поль-

зователей к совместной работе в корпоративной информационной системе управления. На рисунке 1 приведены два графика зависимости количества инцидентов, возникающих по вине пользователей на начальном периоде эксплуатации, от качества обучения пользователей (А — хорошее обучение, В — неудовлетворительное).

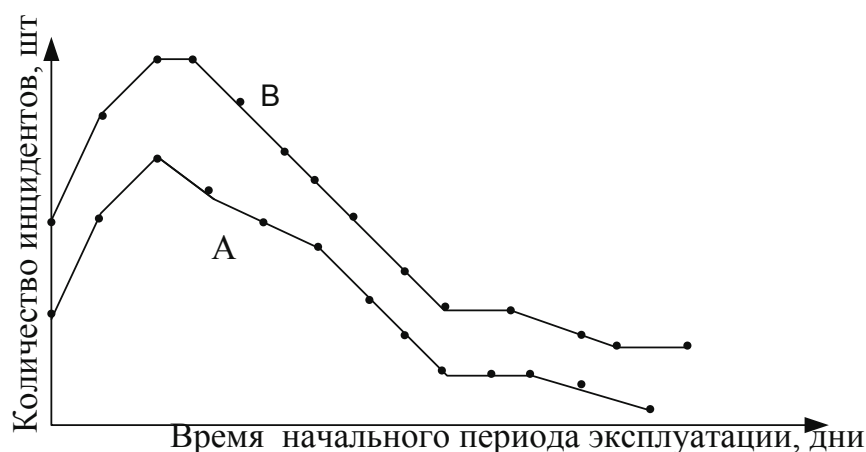


Рисунок 1 — Зависимость количества инцидентов, порождаемых пользователями, от времени на начальном периоде эксплуатации при хорошем и неудовлетворительном обучении

Очевидно, что длительность начальной эксплуатации и соответствующие потери от инцидентов могут быть существенно уменьшены не только за счет качественного проектирования и тестирования ERP-системы, но в значительной мере за счет повышения уровня компетенций пользователей. Рассмотрим следующую модель задачи формирования программы обучения пользователей.

Оптимизационные задачи и механизмы управления компетенциями. Построение унифицированных программ обучения пользователей ИТ-сервисов. Пусть $\{\{p_{ji} \mid i = 1, n_j\} \mid j = \overline{1, m}\}$ — множество программ обучения, реализуемых консалтинговой компанией с целью формирования необходимых компетенций пользователей. Здесь j — номер бизнес-процесса, i — номер программы обучения, p_{ji} — i -я программа обучения пользователей j -го бизнес-процесса, n_j — количество программ обучения для j -го процесса, m — количество бизнес-процессов. Пусть также k_j — количество пользователей j -го бизнес-процесса, $c_{ji} = c(p_{ji})$ — стоимость обучения одного пользователя по программе p_{ji} . В случае унифицированного подхода к обучению для всех пользователей, реализующих функции отдельного бизнес-процесса, формируется общая программа обучения на основе оценок $q_{ji} = q(p_{ji})$ прироста компетентности, получаемого в результате обучения одного пользователя.

Введем дискретную переменную x_{ji} , которая равна 1, если пользователи подлежат обучению по программе p_{ji} , и равна 0 в противном случае. Тогда прямую задачу формирования оптимальной программы обучения пользователей можно сформулировать следующим образом:

$$\begin{aligned} q &= \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} k_j q_{ji} x_{ji} \rightarrow \max ; \\ \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} k_j c_{ji} x_{ji} &\leq c^* ; \\ \sum_{i=1}^{n_j} k_j x_{ji} &\geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь k_j^* — ограничение, устанавливаемое менеджером бизнес-процесса j на минимальное количество подлежащих обучению сотрудников.

Решением задачи (1) является такая программа $\{\{x_{ji} \mid i = 1, n_j\} \mid j = \overline{1, m}\}$ обучения пользователей, которая максимизирует суммарное «приращение» компетенций q пользователей при заданном ограничении c^* на предельный объем средств и которая удовлетворяет заданным ограничениям k_j^* на минимально необходимое количество пользователей j -го процесса, подлежащих обучению.

Обратной к задаче (1) будет задача:

$$\begin{aligned} c &= \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} k_j c_{ji} x_{ji} \rightarrow \min ; \\ \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} k_j q_{ji} x_{ji} &\geq q^* ; \\ \sum_{i=1}^{n_j} k_j x_{ji} &\geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \end{aligned} \quad (2)$$

Задача двухкритериальной оптимизации для унифицированного управления компетенциями имеет вид:

$$(q, c) \rightarrow \text{opt}; \quad \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} x_{ji}^k \geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \quad (3)$$

Прямая (1) (обратная задача (2)) в силу структурного подобия критерия и ограничений сводится, путем разложения c^* (q^*) на слагаемые c_j^* (q_j^*), к последовательности задач о ранце.

Процедура решения задачи двухкритериальной оптимизации использует особенность метода дихотомического программирования, который при реализации формирует множество Парето-решений задачи. Объединив множества решений прямой и обратной задачи и удалив из полученного множества доминируемые решения, получим множество Парето-решений двухкритериальной задачи.

Построение персонафицированных программ обучения пользователей ИТ-сервисов. Введем дискретную переменную x_{ji}^k , которая равна 1, если k -й пользователь j -го процесса подлежит обучению по программе p_{ji} , и равна 0 в противном случае. Тогда прямую задачу персонафицированного управления компетенциями можно сформулировать следующим образом:

$$\begin{aligned} q &= \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji}^k x_{ji}^k \rightarrow \max ; \\ \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji} x_{ji}^k &\leq c^* ; \\ \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} x_{ji}^k &\geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \end{aligned} \quad (4)$$

Обратной к сформулированной выше будет задача:

$$\begin{aligned} c &= \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji} x_{ji}^k \rightarrow \min ; \\ \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji}^k x_{ji}^k &\geq q^* ; \\ \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} x_{ji}^k &\geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \end{aligned} \quad (5)$$

Задача векторной оптимизации принимает вид:

$$(q, c) \rightarrow \text{opt}; \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} x_{ji}^k \geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \quad (6)$$

Скалярные и векторные задачи персонифицированного управления компетенциями решаются аналогично соответствующим задачам унифицированного управления.

Для решения задач унифицированного и персонифицированного управления компетенциями разработан единый программный комплекс.

Итеративная процедура решения обобщенной двойственной задачи сетевого программирования. Обобщенная двойственная задача (ОДЗ) формулируется как задача поиска минимума верхней границы (максимума нижней границы) для оптимума, получаемого при решении дискретных линейных и нелинейных задач методом сетевого программирования. Необходимость в решении ОДЗ возникает, в частности, когда для выполнения условий применимости метода правая часть ограничения разбивается на несколько неизвестных слагаемых. ОДЗ состоит в нахождении такого разбиения, которое обеспечивает достижение соответствующего минимума (максимума). В работе предложена итеративная процедура поиска решения обобщенной двойственной задачи, порождаемой прямой задачей персонифицированного управления компетенциями. Формализация ОДЗ в этом случае имеет вид:

$$\min_{\{c_j^* \mid j = \overline{1, m}; \sum_{j=1}^m c_j^* = c^*\}} (\max q(x) = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji}^k x_{ji}^k), \quad (7)$$

$$c(x) = \sum_{j=1}^m c_j(x_j) \leq c^*, \quad c_j = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji} x_{ji}^k \leq c_j^*,$$

$$\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} x_{ji}^k \geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \quad (8)$$

В основе предложенного механизма лежит программная реализация процедуры решения исходной задачи управления компетенциями методом сетевого программирования:

1. Определение c_{1j}^* в соответствии с эвристикой

$$c_{1j}^* = c^* \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji} (\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji})^{-1}, \quad j = \overline{1, m}. \quad (9)$$

2. Формирование решений исходной задачи методом сетевого программирования (первая итерация):

$$\{\{x_{ji}^k \mid i = \overline{1, n_j}\} \mid k = \overline{1, k_j}\} \mid j = \overline{1, m}\}^\theta, \theta = \overline{1, \theta_1}. \quad (10)$$

3. Определение c_{2j}^* в соответствии с правилом

$$c_{2j}^* = c_{1j}^* + c_{ji}, \quad c_{ji} \in \{c_{ji} \mid i = \overline{1, n_j}\}. \quad (11)$$

4. Формирование решений исходной задачи методом сетевого программирования (вторая и последующие итерации):

$$\{\{x_{ji}^k \mid i = \overline{1, n_j}\} \mid k = \overline{1, k_j}\} \mid j = \overline{1, m}\}^\theta, \theta = \overline{1, \theta_2}. \quad (12)$$

5. Если множества решений, полученных на последних двух итерациях, совпадают, то решение ОДЗ найдено, в противном случае перейти к п. 3.

Для решения ОДЗ разработан комплекс программ, на который получено свидетельство о регистрации программ ФИПС.

Пример решения ОДЗ. Исходные данные для задачи, порождающей ОДЗ, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные для прямой задачи персонифицированного управления компетенциями

P_{1i}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{2i}	P_{21}	P_{22}	P_{3i}	P_{31}	P_{32}
q_{1i}^1	4	3	5	q_{2i}^1	3	4	q_{3i}^1	5	3
q_{1i}^2	5	4	3	q_{2i}^2	4	3	q_{3i}^2	3	4
q_{1i}^3	3	2	4	q_{2i}^3	2	4	q_{3i}^3	2	2
q_{1i}^4	4	3	2	q_{2i}^4	3	5	q_{3i}^4	4	4
q_{1i}^5	3	3	5	q_{2i}^5	2	4	q_{3i}^5	5	2
q_{1i}^6	5	4	3	q_{2i}^6	3	3	q_{3i}^6	4	3
q_{1i}^7	4	2	4	q_{2i}^7	4	5	—	—	—
q_{1i}^8	4	3	2	—	—	—	—	—	—
c_{1i}^*	60	64	90	c_{2i}	54	90	c_{3i}	90	54
$k_1 \geq k_1^* = 5$			$k_2 \geq k_2^* = 3$			$k_3 \geq k_3^* = 2$			
$c^* = 1100$									

Решение ОДЗ потребовало выполнения четырёх итераций для следующих значений $c_j^*, j = 1, 3$:

1. $c_{11}^* = \frac{1712}{3584} 1100 \approx 528$ $c_{12}^* = \frac{1008}{3584} 1100 \approx 308$ $c_{13}^* = \frac{864}{3584} 1100 \approx 264$
2. $c_{21}^* = 528 + 90 = 618$ $c_{22}^* = 308 + 90 = 398$ $c_{23}^* = 264 + 90 = 354$
3. $c_{31}^* = 618 + 64 = 682$ $c_{32}^* = 398 + 54 = 452$ $c_{33}^* = 354 + 54 = 408$
4. $c_{41}^* = 682 + 90 = 772$ $c_{42}^* = 452 + 90 = 542$ $c_{43}^* = 408 + 90 = 498$

Множества из шести решений исходной задачи, полученные методом сетевого программирования на третьей и четвертой итерации, полностью совпали. Соответствующие этим решениям решения ОДЗ приведены в таблице 2.

Таблица 2

Решения обобщенной двойственной задачи

Номер решения	1	2	3	4	5	6
c	1100	1100	1100	1100	1100	1100
c_1	668	668	578	578	488	488
c_2	270	216	270	216	270	216
c_3	162	216	252	306	342	366

Заметим, что значения $c_j^*, j = \overline{1,3}$, полученные на основе эвристик (9) для первой итерации, достаточно далеки от всех оптимальных решений ОДЗ.

Игровые задачи и механизмы управления компетенциями. *Игровая задача управления компетенциями с делегированием игрокам полномочий по формированию стратегий.* Пусть каждый агент (руководитель соответствующего бизнес-процесса) $j, j = 1, m$, решает задачу:

$$q_j(x_j) = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_{ji}} q_{ji}^k x_{ji}^k \rightarrow \max ; \tag{13}$$

$$c_j(x_j) = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_{ji}} c_{ji}^k x_{ji}^k \leq c_j^* .$$

Агент j стремится максимизировать прирост компетенций сотрудников при ограничении на выделенные ресурсы. Задачу центра, отражающую его интересы, сформулируем следующим образом:

$$\Delta q(x) = \sum_{j=1}^m \left| \frac{q_j(x_j)}{c_j} - \frac{q_j^{\max}}{c_j^{\max}} \right| \rightarrow \min_{\{c_j^* | j=1, m; \sum_{j=1}^m c_j^* = c^*\}} . \tag{14}$$

Здесь $q_j^{\max} = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_{ji}} q_{ji}^k$, $c_j^{\max} = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_{ji}} c_{ji}^k$. Величины

q_j^{\max} и c_j^{\max} описывают соответственно прирост компетенций j -й группы пользователей и объем ресурсов, требуемый для обучения всех пользователей j -й

группы по всем программам, а величина $\frac{q_j^{\max}}{c_j^{\max}}$ —

удельную эффективность обучения «всех по всем программам». Задача центра, согласно (14), состоит в нахождении таких c_j^* , которые минимизируют суммарные отклонения планируемых удельных эффективностей обучения пользователей отдельных групп при заданном ограничении на ресурсы от удельных эффективностей, соответствующих отсутствию таких ограничений. Для определения оптимальных стратегий центра и агентов разработана и программно реализована итеративная процедура согласования интересов (табл. 3).

Таблица 3

Результаты компьютерного моделирования игровой задачи

Тип игры	ВВВ	ВВН	ВНВ	ВНН	ННН	ВВВ	ВВН	ВНВ	ВНН	ННН
c^*	1100	1380	1100	1380	1100	1380	1100	1380	1100	1380
Δq_3	0,0492	0,0377	0,0423	0,0324	0,0354	0,0280	0,0375	0,0328	0,0479	0,0379
$q_3^{\text{опт}}$	72	86	84	95	78	99	91	106	106	102
c_{13}	544	676	433	676	433	631	383	676	518	655
c_{23}	265	335	230	335	250	390	365	355	295	365
c_{33}	237	301	380	299	380	348	301	301	252	301
$\sum c_{j3}$	1046	1312	1043	1310	1063	1369	1049	1332	1065	1321
$n_{\text{итер}}$	3	3	3	2	3	4	3	5	3	5
$\Delta q^{\text{опт}}$	0,0401	0,0316	0,0356	0,0296	0,0301	0,0193	0,0232	0,0168	0,0421	0,0323
$q^{\text{опт}}$	74	88	88	103	84	100	97	112	108	131
$c_1^{\text{опт}}$	396	631	359	581	259	433	296	359	444	581
$c_2^{\text{опт}}$	300	335	300	300	445	560	435	525	275	400
$c_3^{\text{опт}}$	595	395	427	474	395	380	269	474	380	395
$\sum c_j^{\text{опт}}$	1091	1361	1086	1355	1099	1373	1096	1358	1099	1376
Q	18,5	16,2	15,8	8,6	14,9	31,1	38,1	48,8	12,1	14,8

Здесь $Q = 100 (\Delta q_3 - \Delta q_3^{opt}) / \Delta q_3$.

Проведена имитация десяти игр с двумя уровнями базовых компетенций пользователей (высоким — В и низким — Н) и двумя уровнями величины бюджета на обучение (в 1100 и 1380 единиц, что соответствует 50% и 66% максимального значения бюджета). Всего потребовалось реализовать 34 итерации, на каждой из которых формировалось решение путем выбора из 2⁵⁰ альтернатив. Сравнение эффективностей Δq_3 решений, получен-

ных на основе эвристической процедуры распределения ресурсов, и эффективностей Δq^{opt} решений, найденных с использованием предложенной итерационной процедуры распределения ресурсов, показывает, что она улучшает значение показателя эффективности на 8,6–48,8% (в среднем на 21,9%), рисунок 2.

При этом во всех случаях улучшается суммарный показатель q^{opt} компетенций и размер $\sum_j c_j^{opt}$ использованных ресурсов.

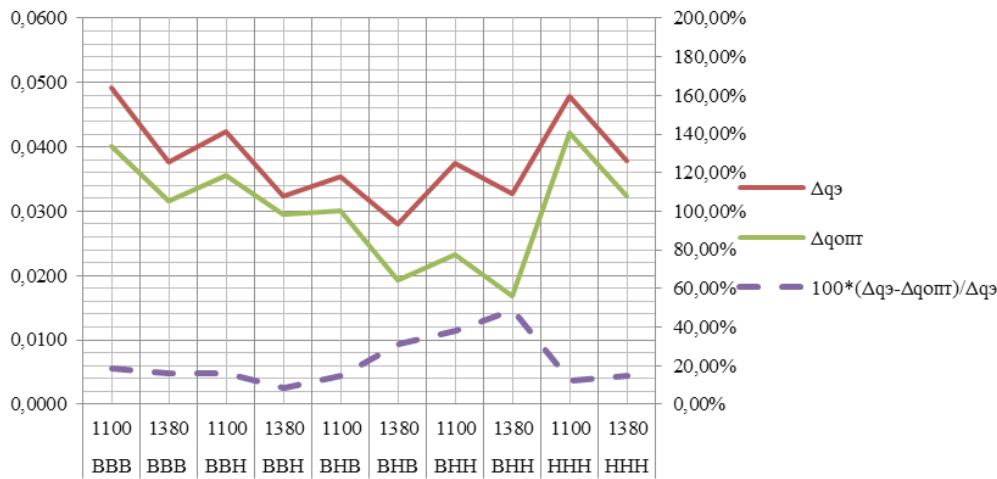


Рисунок 2 — Сравнение эффективностей эвристической и итерационной процедур

Игровая задача управления компетенциями на основе базовых решений центра. В качестве «базовых» центр предлагает агентам решения исходной задачи

$$\begin{aligned}
 q &= \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji}^k x_{ji}^k \rightarrow \max, \\
 \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji} x_{ji}^k &\leq c^*, \\
 \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} x_{ji}^k &\geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m},
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

соответствующие оптимальному распределению ресурсов, полученному в результате решения ОДЗ. Эти решения

$$(q_\theta, c_\theta, \{\{x_{ji}^k \mid i = \overline{1, n_j}\} \mid k = \overline{1, k_j}\} \mid j = \overline{1, m}\})^\theta, \theta = \overline{1, \theta^{ag}}, \tag{16}$$

обеспечивают максимально возможное увеличение компетенций при заданном бюджете на обучение. Однако они выработаны без учета несовпадающих интересов центра и агентов.

Агенты, самостоятельно или вступая в коалиции с другими агентами, корректируют «базовые» решения в соответствии со своими целевыми установками. Пусть

$$(q_\theta, c_\theta, \{\{x_{ji}^k \mid i = \overline{1, n_j}\} \mid k = \overline{1, k_j}\} \mid j = \overline{1, m}\})^\theta, \theta = \overline{1, \theta^{ag}} \tag{17}$$

результат изменения «базовых» решений агентами.

Задача выбора центром оптимальной стратегии на основе сформированных агентами стратегий (17) сводится к максимизации критерия:

$$Q^\theta = \alpha_u \Delta q_6^{y\theta} + \sum_{j=1}^m \alpha_j q_{j\theta}^\theta, \theta = \overline{1, \theta^{ag}}, \tag{18}$$

$$\Delta q^{y\theta} = \sum_{j=1}^m \left| q_j^{y\theta} - \frac{q_j^\theta(x_j)}{c_j^\theta(x_j)} \right|, \tag{19}$$

α_u и $\alpha_j, j = \overline{1, m}$ — весовые коэффициенты для оценок центра и агентов ($\alpha_u + \sum_{j=1}^m \alpha_j = 1$), а $\Delta q_6^{y\theta}$ и $q_{j\theta}^\theta$ со-

ответственно балльные оценки центра и агентов решений $\Delta q^{y\theta}$ и q_j^θ .

В качестве примера в таблице 4 приведены оценки $q_{j\theta}^\theta, j = \overline{1, m}$, (по десятибалльной шкале) решений, предложенных агентами.

Оценки центра предложенных агентами решений (также по десятибалльной шкале измерения) приведены в таблице 5.

Таблица 4

Оценки решений, выработанных агентами

Номер решения	1	2	3	4
q_{16}^{θ}	7	8	6	7
q_{26}^{θ}	8	5	8	5
q_{36}^{θ}	5	7	8	7

Пусть $\alpha_c = 0,40$ и $\alpha_j = 0,15, j = \overline{1,3}$. На основе соотношения (18) центр с оценкой $Q^1 = 6,92$ объявляет решением игры первое из предложенных агентами решений.

Таблица 5

Оценки центра предложенных агентами решений

Номер решения	1	2	3	4
$\Delta q^{y\theta\theta}$	0,0453	0,0460	0,0489	0,0457
$\Delta q_6^{y\theta\theta}$	7,30	6,00	0,00	6,50

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Зимин А. В., Буркова, И. В., Зимин В. В. Применение компьютерного моделирования для исследования решений игровой задачи управления компетенциями // Системы управления и информационные технологии. 2020. № 4 (82). С. 32–34 [Zimin, A. V., Burkova, I. V., Zimin, V. V. Application of computer modeling for the study of solutions to the game problem of competence management. *Sistemy upravleniya i informacionnye tehnologii = Control systems and information technologies*. 2020;4 (82):32–34 (In Russ.)].
- Зимин А. В., Буркова И. В., Зимин В. В. Оргмеханизмы формирования программ обучения пользователей ИТ-сервисов // Системы управления и информационные технологии. 2019. № 3 (77). С. 63–66 [Zimin, A. V., Burkova, I. V., Zimin, V. V. Organizational mechanisms for the formation of training programs for users of IT services. *Sistemy upravleniya i informacionnye tehnologii = Management systems and information technologies*. 2019;3 (77):63–66 (In Russ.)].
- Зимин А. В., Буркова И. В., Митков В. В., Зимин В. В. Формирование программ обучения пользователей ERP-системы // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2018. Т. 61, № 10. С. 813–817 [Zimin, A. V., Burkova, I. V., Mitkov, V. V., Zimin, V. V. Formation of training programs for users of the ERP-system. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Chernaya metallurgiya = News of higher educational institutions. Ferrous metallurgy*. 2018;61 (10):813–817 (In Russ.)].
- Zimin, A. V., Burkova, I. V., Zimin, V. V., Kravets, O. Ja. (2020). Use of generalized dual problem solutions in the game model of competence management problem. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1691. 012155.
- Zimin, A. V., Burkova, I. V., Kravets, O. Ja., Zimin, V. V. (2019). The mechanism for the generalized dual problem of network programming solving. *IOP (Q3) J. Phys.: Conf. Ser.* 1399. 033031.
- Zimin, A. V., Burkova, I. V., Zimin, V. V. (2019). Models and mechanisms for managing competencies of IT services users. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 377. 012046.
- Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020618313. Программный комплекс для формирования методом сетевого программирования унифицированных и персонализированных программ повышения компетенций персонала предприятий и организаций / Зимин А. В., Золин И. А., Сергеева Д. М., Свинцов М. М.; правообладатель Зимин А. В. (RU). Заявка № 2020617446, дата поступления: 13.07.2020; дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ: 23.07.2020 [Certificate of state registration of the computer program No. 2020618313. A software package for the formation of unified and personalized programs for increasing the competence of personnel of enterprises and organizations by the method of network programming / Zimin, A. V., Zolin, I. A., Sergeeva, D. M., Svintsov, M. M.; copyright holder Zimin, A. The. (RU). Application No. 2020617446, date of receipt: 13/07/2020; date of state registration in the Register of computer programs: 07/23/2020. (In Russ.)].